

## Digitale Transformation hoheitlicher Prozesse in der Metrologie

Alexander OPPERMANN, Samuel EICKELBERG

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)  
Abbestraße 2-12, D-10587 Berlin*

**Kurzfassung:** Dieser Beitrag beschreibt die ersten Schritte auf dem Weg zur digitalen Transformation gesetzlich regulierter Prozesse im öffentlichen Sektor. Im Beitrag wird eine im Rahmen des Verbundprojektes AnGeWaNt entwickelte verteilte Softwarearchitektur vorgestellt. Dabei wurden die Regularien und Anforderungen im gesetzlichen Messwesen berücksichtigt. Das hohe Vertrauensniveau in das gesetzliche Messwesen muss auch bei der digitalen Abbildung der hoheitlichen Prozesse gewährleistet werden. Darüber hinaus werden die bereits vorhandenen IT-Infrastrukturen der Hersteller und Verwender von Messgeräten sowie der Eichaufsichtsbehörden der Länder berücksichtigt und über standardisierte Schnittstellen nahtlos in die entworfene Softwarearchitektur eingebunden. Die Softwarearchitektur lässt sich als ein Service-Hub beschreiben, da sowohl hoheitliche Dienste angeboten als auch Dienste von Dritten eingebunden werden können. Das Projekt selbst begreift sich als nationalen Wegbereiter im Bereich des gesetzlichen Messwesens für den von der Europäischen Union ausgerufenen einheitlichen digitalen Binnenmarkt.

**Schlüsselwörter:** Digitalisierung, Kompetenzaufbau, gesetzliches Messwesen, Cloud Computing, verteilte Architekturen

### 1. Einleitung

Das gesetzliche Messwesen umfasst 160 Millionen Messgeräte verteilt auf 150 Gerätearten und ist allein in Deutschland für einen Umsatz von ca. 157 Milliarden Euro bzw. 4% bis 6% des Bruttoinlandsprodukts verantwortlich. Die grundsätzliche Aufgabe des gesetzlichen Messwesens ist es, das Vertrauen in amtlich oder geschäftlich durchgeführten Messungen zu gewährleisten. Damit leistet das gesetzliche Messwesen einen essenziellen Beitrag für die Produktion qualitativ hochwertiger Messgeräte (Thiel & Loy 2012). Die digitale Transformation hoheitlicher Prozesse ist die treibende Kraft, um die zugrundeliegenden Prozesse zu erneuern, zu optimieren und die an veränderte Arbeitsumgebung anzupassen. Mit dem neuen Mess- und Eichgesetz (MessEG 2019) wurde 2015 erstmals die gesetzliche Grundlage für netzangebundene Messgeräte geschaffen. Damit wurde die Grundlage für Fernabfragen über beliebige Endgeräte aber auch netzangebundene bzw. aus der Ferne anstoßbare Prozesse ermöglicht.

Das Verbundprojekt AnGeWaNt verfolgt ein doppeltes Ziel, zum einen die Entwicklung hybrider Geschäftsmodelle (Ottersböck et al. 2020) und zum anderen die Abbildung gesetzlich regulierter hoheitlicher Prozesse in die digitale Domäne (Oppermann et al. 2020) von denen die Geschäftsmodelle profitieren können. Dabei kooperieren sechs Verbundpartnern aus der Baubranche, der Waagenindustrie, dem Nationalen Metrologieinstitut - die Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), dem lokalen

Zentrum für Innovation und Technik in NRW (Zenit) und dem ifaa - Institut für angewandte Arbeitswissenschaft, um moderne und zukunftsweisende Lösungen zu erarbeiten.

In diesem Beitrag werden der Aufbau der zugrundeliegenden verteilten Softwarearchitektur erläutert und die digitale Transformation der traditionellen papiergebundenen Prozesse im gesetzlichen Messwesen am Beispiel der Eichung und Softwareaktualisierung beleuchtet. Dabei werden die Prozesse überblickhaft dargestellt und die Möglichkeiten der digitalen Unterstützungsleistungen aufgezeigt. Die Erhöhung der Benutzbarkeit und Transparenz der Prozesse steht dabei im Vordergrund. Das AnGeWaNt-Projekt trägt zur nationalen Umsetzung der europäischen PTB-Initiative „European Metrology Cloud“ (Thiel et al. 2018) bei, die auf die Etablierung einer digitalen Qualitätsinfrastruktur abzielt und in Zukunft auch GAIA-X kompatibel sein soll (Thiel & Nordholz 2020).

## 2. Anforderungen und Anwendungsbeispiele

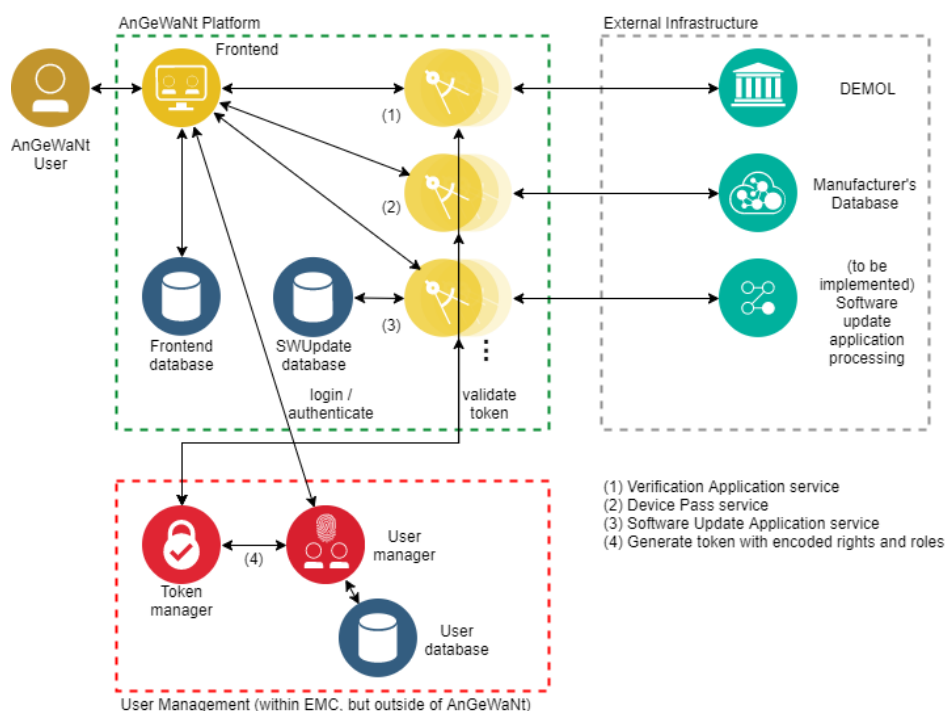
Im Rahmen des Projektes wird eine verteilte Softwarearchitektur entwickelt, die Rücksicht auf die Regularien und Anforderungen im gesetzlichen Messwesen nimmt (EU 2014; BSI 2013; MessEG 2019; MessEV 2020; OIML 2008; WELMEC 2020a; WELMEC 2020b). Dabei fließen zusätzlich Erkenntnisse einer an der PTB entwickelten Cloud-Referenzarchitektur (Oppermann et al. 2018) mit ein. Außerdem sollen die bereits vorhandenen IT-Infrastrukturen der Hersteller und Verwender von Messgeräten sowie der Eichbehörden berücksichtigt und über standardisierte Schnittstellen nahtlos in die entworfene Softwarearchitektur eingebunden werden. Dabei wird Wert daraufgelegt, dass sich die Austauschformate auf standardisierte Dateiformate wie JSON oder XML abbilden lassen. Die Softwarearchitektur begreift sich selbst als ein Service-Hub, da sowohl hoheitliche Dienste angeboten werden als auch Dienste von Dritten eingebunden werden können und mit Hilfe der zuvor standardisierten Schnittstellen weitere innovative Workflows in Zukunft integriert werden sollen.

Bei der Abbildung der hoheitlichen Prozesse wird bereits bei der Entwicklung das selbe Niveau an Sicherheit berücksichtigt, wie für die bisherigen papierbasierten Prozesse, um das Vertrauen in das gesetzliche Messwesen zu erhalten. Dabei ist bei der Digitalisierung metrologischer Prozesse besonders darauf zu achten, dass durch technische Unterstützungsleistungen der Arbeitsfluss gefördert und nicht mit Anforderungen überfrachtet wird. Ferner sollen die Sachbearbeiter durch die technischen Unterstützungsleistungen motiviert werden, bspw. durch eine bedarfsgerecht gestaltete Oberfläche, die sich leicht und intuitiv bedienen lässt, so dass sie im besten Fall die Produktivität steigert und mögliche Vorbehalte gegenüber technischen Unterstützungssystemen abgebaut werden.

### 2.1 Verteilte Architektur

Die AnGeWaNt-Plattform ist als verteilte Softwarearchitektur aufgebaut, die im Bereich des Cloud Computing als Platform as a Service (PaaS) angesiedelt ist. Die Plattform lässt sich grob in drei Teile einteilen (siehe Abb.1): Das Service-Modul (links), das alle relevanten Services der Plattform umfasst; Das Authentifizierungs und Authentisierungsmodul (unten), das den User- und Tokenmanager beinhaltet; Die externen Infrastrukturen (rechts), das die DEMOL-Webapplikation, Hersteller-Cloud beherbergt, und für weitere externe Dienste bereit steht.

Jeder Dienst (Service) ist so entworfen und entwickelt worden, dass dieser unabhängig agiert und über standardisierte REST-Schnittstellen mit den übrigen Diensten kommunizieren kann. Durch diese lose Kopplung der Dienste wird eine hohe Flexibilität und Skalierbarkeit erreicht. Alle Dienste werden über ein gemeinsames Web-Frontend angebunden und dem Nutzer zur Verfügung gestellt. Dabei ist es unerheblich für den Nutzer, ob dieser Dienst sich intern oder extern befindet. Die Benutzeroberfläche bleibt konsistent. Um die hohe Verfügbarkeit und Flexibilität als PaaS zu gewährleisten, wurden ein User- und Tokenmanager entwickelt, die es ermöglichen, die jeweiligen Dienste über verschiedene Domänen zu verteilen und dabei die Sicherheit und Benutzerrechte zu gewährleisten. Dazu werden Benutzertoken an den jeweiligen Dienst ausgeliefert, um die Berechtigung des anfragenden Nutzers zu überprüfen und erteilen zu können. Diese Tokens können auch für Zugriffe an externe Dienste geschickt werden, um dort die Berechtigung auf bestimmte Ressource freizugeben.



**Abbildung 1:** Überblick auf die verteilte Softwarearchitektur der AnGeWaNt Plattform

## 2.2 Digitaler Eichantrag

Durch die Neuordnung im gesetzlichen Messwesen im Jahr 2014, wurde die in Deutschland übliche Ersteichung bei Inverkehrbringen neuer Messgeräte durch eine Konformitätserklärung des Herstellers ersetzt. Diese Erklärung ist zwei Jahre lang gültig. Möchte der Verwender des Messgerätes das Gerät darüber hinaus benutzen, wird eine Nacheichung nötig. Diese kann beim zuständigen Eichamt beantragt werden. Genau hier setzt der digitale Eichantrag an. Die Eichbehörden haben dazu die digitale Infrastruktur „Digitaler Eichantrag Melden Online“ (DEMOL) geschaffen. Diese Webanwendung soll die Vereinheitlichung der Antragsstellung in Deutschland gewährleisten.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der metrologische Prozess analysiert und mit Hilfe von Ablaufdiagrammen dokumentiert (Exner & Oppermann 2020a). Darauf aufbauend wurde eine REST-Schnittstelle implementiert, damit die Anbindung der externen DEMOL-Infrastruktur an die AnGeWaNt Plattform (siehe 2.1) gewährleistet werden kann. Dadurch wird für die Beteiligten im gesetzlichen Messwesen (Hersteller,

Verwender, und Eichbehörden) eine harmonisierte Schnittstelle und einfacher Zugang zu digitalen Dienstleistungen geschaffen.

### 2.3 Software-Updateantrag

Im gesetzlichen Messwesen wird bei der Software eines Messgerätes zwischen dem rechtlich relevanten und dem rechtlich nicht relevanten Teil unterschieden. Dabei umfasst der rechtlich relevante Teil alle Funktionen und Bereiche, die das direkte oder indirekte Beeinflussen des Messvorganges ermöglichen (§37(6) MessEG) (Thiel & Elfroth 2017) .

Möchte der Verwender des Messgerätes ein Software-Update im rechtlich relevanten Teil vornehmen, so muss er dies bei der zuständigen Eichbehörde beantragen. Dabei gibt es für kritische Sicherheitslücken einen Eilantrag nach §40(4) MessEV (Exner & Oppermann 2020c) für alle übrigen Fälle gibt es das Standardverfahren nach §40(3) MessEV (Exner & Oppermann 2020b).

Der Software-Updateantrag ist ein sehr komplexer metrologischer Prozess, der alle Beteiligten des gesetzlichen Messwesens (Hersteller, Verwender, Benannte Stelle (PTB) und Eichbehörden) einschließt. Dies ist ideal für die prototypische digitale Transformation, da viele Probleme und Herausforderungen in anderen metrologischen Prozessen teilweise erneut auftreten. Im Gegensatz zum digitalen Eichantrag kann auf keine Vorarbeit in diesem Bereich zurückgegriffen werden, so dass die technischen Unterstützungsleistungen komplett neu entwickelt werden müssen. Hier wird besonders darauf geachtet, dass die einzelnen Softwaremodule, wie z.B. bei der Antragsstellung, für andere metrologische Prozesse wiederverwendet werden können.

## 3. Diskussion

Das Projekt selbst begreift sich als nationalen Wegbereiter im Bereich des gesetzlichen Messwesens für den von der Europäischen Union ausgerufenen einheitlichen digitalen Binnenmarkt. Dabei sollen die drei grundlegenden Ziele ermöglicht werden: Besserer Online Zugang für Verbraucher und Unternehmen zu Dienstleistungen; die Schaffung der Grundlage für „flourierende“ digitale Netze und Dienste; Vorantreiben des Wachstumspotential und Ausschöpfung der europäischen digitalen Wirtschaft. Damit andere Forschungsprojekte, wie das im europäischen Kontext agierende European Metrology Cloud Projekt (Thiel et al. 2018), von den Ergebnissen des AnGeWaNt-Projektes direkt profitieren können, wurde schon beim Entwurf aller Softwarekomponenten die Wiederverwendbarkeit entsprechend berücksichtigt.

Aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland existieren 13 Eichbehörden in 16 Bundesländern, die für die Marktüberwachung von Messgeräten, deren Eichung und u.a. Befundprüfungen an Messgeräten verantwortlich sind. Die Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen (AGME) ist das Koordinierungsorgan der Eichaufsichtsbehörden der 16 Bundesländer. Dennoch führt die föderale Struktur zu der Situation, dass jedes Bundesland die Art und Weise für die Beantragung der verschiedenen Dienstleistungen individuell regeln kann. Dies führt auf privater wie hoheitlicher Seite zu Herausforderungen, so sind die Anträge teils unvollständig oder fehlerhaft und verlängern unnötig die Bearbeitungszeit der angestoßenen Prozesse. Auf der privaten Seite sind der Kosten- und Zeitaufwand nicht unerheblich und ist idealerweise zu minimieren respektive automatisieren. Im Fokus steht dabei auch die Überwindung

von Medienbrüchen, so dass ein online gestellter Antrag beispielsweise nicht erst ausgedruckt und per Post verschickt werden muss.

Durch die Bereitstellung einer zentralen Softwareplattform (siehe Kap. 2.1), die die Kompetenzen und Zuständigkeiten der föderalen Struktur bewahrt, jedoch durch Etablierung technischer Standards die einheitliche Bearbeitung fördert und optimiert, kann der technische Wandel gelingen. Dabei werden Effizienzgewinne durch die Vernetzung bisher isolierter Infrastrukturen erreicht. Durch Einführung und Einhaltung offener und harmonisierter Schnittstellen ist ein reibungsloser Informationsfluss über bisherige Grenzen hinweg, für alle Beteiligten im gesetzlichen Messwesen, erreichbar. Dies ist eine wichtige Grundlage für weitere innovative Dienstleistungen, die auf datengetriebene Geschäftsmodelle (Ottersböck et al. 2020) aufsetzen und zur Etablierung und Verbreitung neuer Technologien, wie künstliche Intelligenz, beiträgt. Damit wird die Verbreitung entsprechender Kompetenzen gefördert und ein Beitrag zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland geleistet.

Darüber hinaus wird die Transparenz der metrologischen Prozesse, die teilweise sehr langläufig sein können, durch Rückmeldung via Statusmeldungen erhöht. Dies fördert die Akzeptanz und erhöht die Motivation bei der digitalen Antragstellung. Durch eine einheitliche Benutzerführung und eine dienstübergreifende Stammdatenverwaltung kann die Produktivität durch Wegfall bzw. vereinfachte wiederkehrende Dateneingabe gesteigert und die Fehlerquote bei den Daten gesenkt werden. Mit einer einheitlichen Antragsstellung und Fertigstellung des metrologischen Prozesses in einer zentralen Plattform werden Medienbrüche von vornherein vermieden.

Eine nutzerzentrierte Prozessgestaltung, die nicht versucht, den bisherigen analogen Prozessfluss strikt auf die digitale Domäne zu übertragen, sondern gezielt technisch unterstützt und dabei die Sachbearbeiter vor Ort bei der Analyse und Prozessdokumentation einbindet, erhöht die Effizienz und trägt wesentlich zur Optimierung der notwendigen Prozesse bei. Da die beteiligten Sachbearbeiter die gelebten Prozesse im Detail kennen und Aufschluss darüber geben können mit welchen Mitteln hohe Effizienzgewinne zu erreichen sind. Dies führt indirekt zu einer höheren Akzeptanz und geringeren Skepsis gegenüber neuen technischen Unterstützungsleistungen.

Durch die Projektfokussierung auf eine Messgeräteklasse können Konzepte als Prototyp schneller vorangebracht werden. Die vorgestellte Lösung kann als Grundlage für alle sechzehn Messgeräteklassen dienen. Die erarbeiteten Anforderungen und entwickelten Ablaufdiagramme für die beiden untersuchten metrologischen Prozesse sind anwendbar und die entwickelten technischen Lösungen portierbar.

Aufgrund des technischen Wandels in vielen Bereichen, sind eine Menge digitaler Konzepte noch nicht umgesetzt, wie zum Beispiel digitale Zertifikate. Dies betrifft konkret den vorgestellten Prototypen und limitiert damit die Einbindung solcher Lösungen.

#### **4. Fazit und Ausblick**

In diesem Beitrag wurde die verteilte Softwarearchitektur des AnGeWaNt-Projektes vorgestellt, die interne Dienste und externe Infrastrukturen über harmonisierte REST-Schnittstellen verbindet. Dabei ist es für den Anwender unerheblich wo die freigegebene Ressource sich befindet, da dieser über eine einheitliche Weboberfläche die Daten angezeigt bekommt. Die beschriebene technische Lösung respektiert dabei die föderale Struktur und deren Zuständigkeiten, fördert und fordert einheitliche technische Strukturen für Vernetzung bisher isolierter Infrastrukturen. Diese Vernetzung

schafft die Grundlage für neue datengetriebene Dienste und Geschäftsmodelle, die die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit erhöhen.

In den nächsten Ausbaustufen wird das Konzept einer Administrativen Hülle für die AnGeWaNT-Plattform und deren angeschlossene Messgeräte entwickelt sowie prototypisch umgesetzt. Dabei sollen administrative, metrologische Daten und Messdaten über die Lebensspanne eines Messegerätes zentral abrufbar sein und damit u.a. Dokumentationspflichten des Verwenders des Messgerätes erleichtern.

## 5. Literatur

- BSI (2013): Technische Richtlinie BSI TR-03109-1 Anforderungen an die Interoperabilität der Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems. BSI
- EU (2014): Richtlinie 2014/32/EU des Europäischen Parlaments und des Rates - zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt. Amtsblatt der Europäischen Union
- Exner, J. & Oppermann, A. (2020a): Eichantrag - Ablaufdiagramm
- Exner, J. & Oppermann, A. (2020b): Software Update Antrag - Ablaufdiagramm
- Exner, J. & Oppermann, A. (2020c): Software Update Eilantrag - Ablaufdiagramm
- MessEG (2019): Gesetz über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen
- MessEV (2020): Verordnung über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt sowie über ihre Verwendung und Eichung
- OIML (2008): General requirements for software controlled measuring instruments. Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) D31
- Oppermann, A., Eickelberg, S. & Exner, J. (2020): Toward Digital Transformation of Processes in Legal Metrology for Weighing Instruments. In: : Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, S. 559–562
- Oppermann, A., Toro, F.G., Thiel, F. & Seifert, J.-P. (2018): Secure Cloud Computing: Reference Architecture for Measuring Instrument under Legal Control. Security and Privacy
- Ottersböck, N., Frost, M., Jeske, T. & Hartmann, V. (2020): Systematischer Kompetenzaufbau als Erfolgsfaktor zur Etablierung hybrider Geschäftsmodelle. In: : GfA (Hrsg) Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch? Bericht zum 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
- Thiel, F., Esche, M., Grasso Toro, F., Peters, D., Oppermann, A., Wetzlich, J. & Dohlus, M. (2018): A Digital Quality Infrastructure for Europe: The European Metrology Cloud. 475969 bytes / PTB-Mitteilungen. Volume 127 (2017), Issue 4, Page 83 to 97. ISSN 0030-834X / PTB-Mitteilungen. Volume 127 (2017), Issue 4, Page 83 to 97. ISSN 0030-834X
- Thiel, F. & Loy, M. (2012): Die nationale und internationale Bedeutung einer Qualitätsinfrastruktur – Qualitätssicherung f. Verbraucher, Wirtschaft u. Staat. Schlaglichter d. Wirtschaftspolitik, S. 14–20
- Thiel, F. & Nordholz, J. (2020): Quality Infrastructure 'Digital' (QI-Digital). BMWi - Federal Ministry for Economic Affairs and Energy
- WELMEC (2020a): WELMEC 7.2 Software Guide. WELMEC European cooperation in legal metrology
- WELMEC (2020b): WELMEC 7.3 Guide Reference Architectures - Based on WELMEC Guide 7.2. WELMEC European cooperation in legal metrology

**Danksagung:** Der Autor dankt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) für die Förderung des Projektes AnGeWaNT (FKZ: 02L17B0540), in dessen Rahmen dieser Beitrag entstanden ist. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)  
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)  
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021**

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2021  
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)